DOI: 10.1111/ .13214

### ORIGINAL ARTICLE



KEYWORDS

c acc, N2, a, aaca

Gua a Ka $g^1$  W u C a  $g^1$  L u Wa $g^1$  P g W  $g^2$  X a Z  $g^{1,3,4,5,6}$ 

1 c P c cara C , C à c c, P, B  $^{2}$ B K La a Là à C à c Pc, CanaN B , C à <sup>3</sup>B K L**à à** Mah Haha, P , B <sup>4</sup>K La, a, Mayc P c (M E , c), P B , C a <sup>5</sup>PK IDG/McG I B **a** a, c, P, B, C, a <sup>6</sup>I P C Cata Ba cc, a N a à, C à C 8 à , P .D., c P c cata C c c , P , 5 , 7 à, B, 100871, C à. É à : à : à @ à .c

Fu g a( Na à Bà c à c P à C à; 973 P à , G à /A à N : 2015CB856400; Na à c c F à C à, G à /A à N : 31470979

A ( a8( C à c c. a à àc . . c c c c cà c . Н c c cà . Pa c a 7à cà 7 C C. à à ). B à c a à c cà . N c N2a c à c c c . àc. c cà c à c à c c c à c c c c .

1 INTRODUCTION

cà àc à cà. àc .O c à c à ( . ., àc à.). C. c à c c à c c. c c cà 7à С c cà à c c . c cà acc

P c

(c) a a c) c) a ac c. P à à c à c c c c (D) ac c, A a, & McI, 2011; M . . . , Ja . . , & F . , 2004; . . . & c , 2011; a G & D , 2009). F

a , , a G a D (2009), a

a a c , a a a a (c , ) ) at (c). Pat c at à c , a c , a àc E P c ) a c , a -N2 (220, 380 ) a N400 (M a., 2004; **a** c , I. a a a , G , 2010). J , & acca a a c (DLPFC) à à c (ACC), a DLPFC à ACC à la calc calc a la calc calc a la calc a **a** , & , 2004, 2009). ca a acc. ca , **à** àc (Bc&Bà, Pac, a, & c, 2015). H - -, **a** c ac.Ma, a. c à à à cà c c (H) , A ac , C , E , (2008) a ACC, PFC, a a a a c c c c d d c c c d d àc à c. ( a) & 2009). E c a a c c a c a a a ac c **a** c c (Ka), a), & 2017). I E 1 à à  $\begin{array}{cccc}
\mathbf{a} & \mathbf{a} & \mathbf{c} \\
(A & O)
\end{array}$ . Par car 1 **à** ) à c , à à cc c c . c a

c c à a a a ca (..., a c c c cà c at c c à c cà EEG à . , à c . c à c. (à à / à Pa c a à cà C à c С cà à a ca EEG, c c c
c a a c a N2
(200.350 ) a c a a
c c c (La , C a , & C a , 2014; a & Ca , 2002; B C , & C , 2004). O a a a C C C . a (4.8 Hz) à , & à Gàà , 2015). Fà , Cà D a a ca a (C & D , 2013). a N2 a a c a a à (Cà à à & Fà, 2014, à ). à à N2 à aa aac (a) a) a) à c à c à (..., à à , L c , & , 2015; à B , K , L , & , , 2014). I c a a . , a a . A c a a ac ac ac ...

В

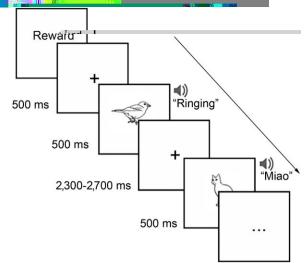
### 2 METHOD

## 2.1 Pa t 8 a t

## 2.2 A a atu a at a

40 (1980) a 20 . A àc c. à c acc . Pa ca à C A 40 c c à cà c à 20 44100 Hz (16 à z à a 60 B.A c E 2 à à àΕ (E c àc, v a, IL). E G àc à 500

# 2.3 D g a 8 u



c . à à c C cà C. c., c C à 800 1,200 àc с, àc c c с, а c n+1=(a)c n)/2 ( c à., 2015). a a 2 ( a à ). 3 ( : c àc 360

360 à

à c

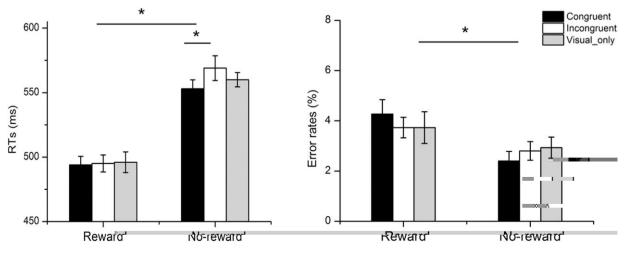
c.Ia, , àc c à 30 . Pa ca acc. a c c.) a àc (c àc c à càc à c Ι . N c ac 10 a.A ca (..., 1 c = 0.1 C à ), à c àc, 55 a à c à

# 2.4 B av a ata a a y

0 C. C, (1.4% à ). c . c à 2. 3 a a c  $(ANO_VA)$ , à ) à c (c . c ). à c , C cà c à c

àc c F 2. ac à c a ANO, A (BANO, A; , I , à Bà à , & P c, 2012) a c M c a JAP( :// a - a . ). à ac. c à c à à ( **à** c ; Bà (BF<sub>10</sub>) . . . **a** àc. ).  $H_1$ : c à )  $(..., H_0:$ c a. ). B c  $, BF_{10} < 3$ à à C  $BF_{10} > 3$ à à c (Fa) , M , c a 7, & K c , 2014, à ., 2012). F à  $, BF_{10} = 10$ cà 10 à

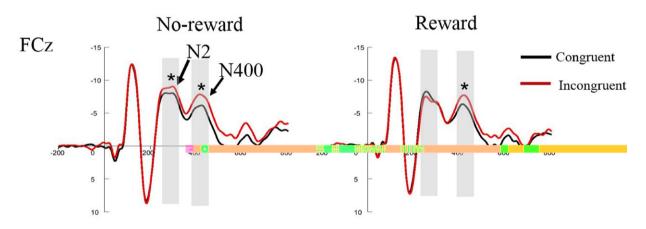
#### 2.5 EEG 8 8 g a **EEG** 64 A /A C c àc cà (Eàcà, Bà Pc, G c c ( P9, P10). à (EOG) à c à C. cà EOG à z à EOG cà . . A c 5 . . EEG à EOG c Bà A (Bà P c, G $0.016 \quad 100\,\mathrm{Hz}$ , a 500 Hz.



## 2.6 ERP a ay

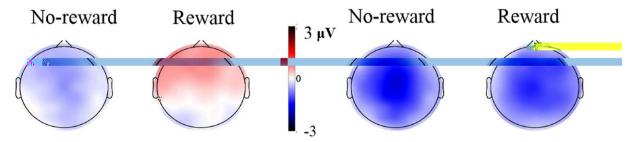
F E Pa a , c ac 200 800 200 c c 70 <sub>V</sub> a c 95.79% a ac a (96.22% a c , 97.44% a c , 97.37% a a ; 95.19% at c . c a c , 93.97% à à c ). ccc, caca Acc à c c c : à à c (N2, 240, 320), à à à c (N400,380.450 ; F 3).G c c N2

# 2.7 T (u 8y a ay



N2 (240-320 ms)

# N400 (380-450 ms)



KANG ET AL.

3 RESULTS

a a a (F & ,2011; a B a .,
2014). Ba c c a c , a a a

a a a c c c c

F a ca a a (Ma & O ,2007) a

a a a c c c

6 8 H 2 200 600

(C & D , 2013; Ha a a , 2008; J a a , 2015; N , I a a , & , 2011) a c - a c a (Fz, F1, F2, F3, F4, F5, F6, FCz, FC1, FC2, FC3, FC4, FC5, FC6, Cz, C1, C2, C3, C4, C5, C6).

| a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a | c | a |

800 0 a c a (CPz, CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, Pz, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P0z, P03, P04, P07, P08, Oz, O1, O2) c a a a c c

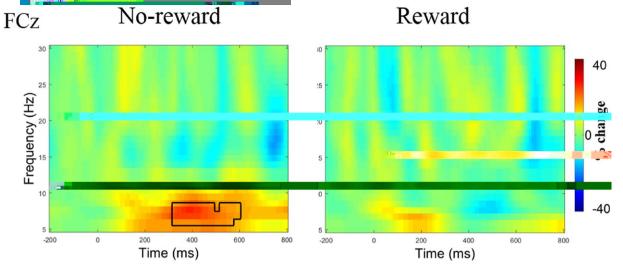
3.1 B av a u t

3.1.1 E at

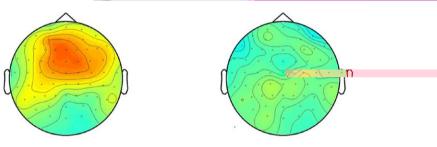
3.1.2 RT

A F 2 ( ), ANO A A , F(1, 24) = 22.74, p < .001,  $\eta_p^2 = .49,$  a c , F(1, 24) = 22.74, p < .001,  $\eta_p^2 = .49,$  a c , F(1, 24) = 22.74, p < .001, g(1, 24) = 22.74, g

a c , a ca c a a ac



# Theta-band oscillations (350-600 ms)



a c = 2719.28, p = .018),c a ac
c (142.98 . 122.75% c a ). F
a a c a Fz, F1, F2, F3, F5,
FCz, FC1, FC2, FC3, FC5, Cz, C1, C2, C3, C4, a C6
a a c a c c
a 6 8Hz a a 350
600 a (c a c = 1479.68,
p = .049),
a c (7.1 . 18.61%
c a ).

# 3.3.2 P t uu a a a 8 at

### 4 DISCUSSION

C à c àcc c c c c (B c & B), 2015; K), 2017; Pa a a & P à, 2011; c à ., 2015). B c E P a c à à ac c C à N2 à N400 c. à c àcc c à c

E Pà à à N2 à c C C C N2 à à 200 400 à c c -(D , à , McKà , & , 2016; Là à ., 2014; à., 2011; à V & Cà., 2002; Y ... à., 2004). F a , a V a Ca (2002) . a c ACC ac à c à N2 c c . c , c N2. ca c c à ACC à àà . B , a c à , Kà a K 3 (2010) **a a** 230 **a a** -N<sub>2</sub> c , a C a a N2c c С à à c C C C EEG a. c (K , D , & E à., 2015; , à , & J , 2015). à à (2015).N<sub>2</sub> c c c c à N2 à à N2 c , c , à N2 c ac N2. I N2 à N2 N2 à c à N2 à & va P ..., 2008). F ... N2 c ... c ... a va P (2008): à cac àc, àc cacc , a a N2 à .I , at , Mac a , a K N2 a (2000)à 20% à ) à . , ( N2 à . G à

N2 c a à, N2 c c c. c N2 c à à c à , c N2 ca c ac. E P à à à à c c à N400, à N400 à c à c à . A à a a N400 ca c c (K ) & F , 2000) a c a (Ga & K a , 2003) c . P a N400 a c a c a c (M a a a a a a a a a a a c , 2004; c , D O , & E , 2008; a., 2014). F , M (2004) a a a c , cà zà ΕP 400 c . C C N400 à c. à : cà , a cc (G c & K) à c c . 2005: L. Ha, , & Ka N400. I , 2002), c . a c . c à à . N à E P c c c (N2 . N400) c ca à catala ca (a., cà cà ). O, , , , , c à à c , c . , c. (Carata) F a , 2014; C , 2014; C & Ca a a , 2011; C & D , 2013; Ha a , 2008; J a a ., 2015; N a., 2011; a a ac a a., 2001; 2017; a a a a & a a , 2010). N a a . (2011), a , a ac c c ac (FCz, 200 300) ac à à :

à c C àà. D (2013),à (FC3) c c c c 200, 600 c ac à (Hà à ., 2008). à c à c c c , à à c c à C . c à ., 2008; N (Hà **à** ., 2011). E c c c ca à c c C à à c à 350, 600 cà cà c c.I c 0 c (Ca a a & F a , 2014); c a c (Cà à à 2012). C C à c àc c c a c a N2. C à N2. I à à N2 c a à (4.8Hz) (à Cà à à & Fa , 2014), a C à a N2 c (N 2011). O ... N2 à (B a , 2012) c C ac . I à c (B a , 2012). P ( . ., a a à . 2015; à à à В à .. 2014) à à à à c àn àn

à . I C. N2 a àc c BOLD ac **ACC** à N2. à, &, 2013; Pà à à , В , A (K & P à, 2011; c à ., 2015). B à à à c c c cà à c C à N2 à c. c à c CC c cà à c N2 à С à c c c a c c à c . c c à c

#### ACKNOWLEDGMENTS

A C (973 P ) 2015CB856400), NA A C C F A C A (31470979). A P . B A C A C .

#### ORCID

### REFERENCES



- . Cognition, 115(2), 330-335. :// . /10.1016/. c .2009.12.012
- c, M., & B a, . (2015). M a, a, c c -: F a ca . Annual Review of Psychology, 66(1), 83.113. :// . /10.1146/ a - c -010814-015044
- c c:Aa Ва, . . (2012). аа а c a . Trends in Cognitive Sciences, 16(2), 106 113. :// . /10.1016/. c .2011.12.010
- Ca a a , J. F., & F a , M. J. (2014). F a a a a a c a c . Trends in Cognitive Sciences, 18(8), 414-421. :// . /10.1016/ . c .2014.04.012
- Ca, a, a, , J. F., a, a, , , , , , , , , L., & A, , J. J. (2012). à a cà: A c à à àc c . Psychophysiology, 49(2), 220, 238. :// /10.1111/ .1469-8986.2011.01293.
- c **a** . Trends in Neurosciences, 37(9), 480, 490. :// . /10.1016/ . .2014.06.004
- , M. ., & Ca a a , J. F. (2011). C , , C à la la ca c c. Frontiers in Psychology, 2(30), 1.12. :// . /10.3389/ .2011.00030
- , M. .., & D  $\,$  , .. H. (2013). M  $\,$  ,  $\,$  a  $\,$  c  $\,$  c  $\,$  a C . a a c a c a c a -. Journal of Neurophysiology, 110(12), 2752, 2763. :// . /10.1152/ .00479.2013
- C Quantitative Methods for Psychology, 1(1), 42 45. :// . /10.3758/ 13423-012-0230-1
- , A., & Ma , . (2004). EEGLAB: A à à EEG à c c. c a la Journal of Neuroscience Methods, 134(1),
- c., A. O., A a, , C., & McI , , A. . (2011). c cc. c acata acata **a** Journal of Neurophysiology, 106(6), 2896, 2909. :// . /10.1152/ .00303.2011
- , . E., A a , L. G., McKa, C. C., & D , M. G. (2016). a a c a c ju ju . c c a. Neuropsychologia, 84, 14, 28. :// . /10.1016/. c a.2016.01.035
- , N., M , L., c , N., & K c , C. (2014). M :// . /10.1177/0956797614547916
- , J. ., & P. . , C. (2008). I c ac N2 c E P: A . Psychophysiology, 45(1), 152 170. :// . /10.1111/ .1469-8986.2007.00602.
- , J. J., & , A. C. (2011). c à c a -. Frontiers in Psychology, 2, 154. :// . /10.3389/ .2011.00154
- Ga, G., & K. a, M. (2003). A c ca c c . Cognitive Brain Research, 16(2), 123 144. :// . /10.1016/ 0926-6410(02)00244-6

- c , K., & Ka , N. (2005). v a c : A . Psychological Science, *16*(2), 152 160. :// . /10.1111/.0956-7976.2005.00796.
- c . Journal of Cognitive Neuroscience, 20(2), 215, 225. :// . /10.1162/ c .2008.20020
- Ha, , , , A ac , N., C , M. , E , C. E., & F , J. (2009). Ac à cà à à c à c à a - à a - Brain à c à à . Human Brain Mapping, 30(9), 3043, 3056. :// . /10.1002/ .20731
- , G., Ma, a, , ., & , , N. (2013). EEG c a. à à cà a hà a cà .NeuroImage,
- Jà, J., à, , Q., & à, Gàà, . (2015). C cà, à, c-c . NeuroImage,
- J., . P., M) , ., ., M., E., & , . J. (2000). c . Clinical Neurophysiology, 111(10), 1745, 1758. :// . /10.1016/ 1388-2457(00)00386-2
- Ka, G., a, L., & ., . (2017). a ac ac c c ) a c c. Journal of Vision, 17(1), 1 14. :// . /10.1167/17.1.19
- Ka, P., & K., A. (2010). M. a c : N200 Neuropsychologia, 48(12), 3661, 3664. :// . /10.1016/. c a.2010.07.021
- K, M., D, J., & E, M. (2009). . a . a . a . a . a . . a c . Psychological Science, 20(2), 245. 251. :// . /10.1111/ .1467-9280.2009.02281.
- , . M., B , C. N., A , L. G., & , M. G. c (2013). **a a c a c** ca a a c c c c . PLOS One, 8(1), 53894. :// . /10.1371/ a. .0053894
- K a, M., & F , K. D. (2000). E c a . Trends in Cognitive Sciences, 4(12), 463, 470. :// . /10.1016/ 1364-6613(00)01560-6
- , M. J., C a , P. E., & C a , A. (2014). Ma and concernation and concernations **a** E P. International Journal of Psychophysiology, 93(3), 283. 297. :// . /10.1016/ . c .2014.06.007
- L., J., Ha, , A., & Ka, , N. (2002). a c ac c : A MEG . Nature Neuroscience, 5(9), 910-916. :// . /10.1038/ 909
- EEG a MEG a. Journal of Neuroscience Methods, 164(1), 177, 190. :// . /10.1016/ . .2007.03.024
- :// . /10.1093/c c / 007
- , ., I à à, G., & , B. (2011). à à à à c c . Clinical Neurophysiology, 122(11), 2185 2194. :// . /10.1016/.c .2011.03.030

, .,F ,P.,M) ,E.,& c ,J.M.(2011).F : 0 O c a a a c a a MEG, EEG, a à c cà à à. Computational Intelligence and Neuroscience, 2011, 1.9. :// . /10.1155/2011/156869 Pa, a, a, ., & P a, L. (2011). a, c c c a, cal aca a a laca ca c. Journal of Cognitive Neuroscience, 23(11), 3419. 3432. :// . /10.1162/ c a 00011 à àc à , ., Kà à à, M. J., 772., D. ., Cà à , J. B., K c , M. P., B , , B., , L , J. E. (2001). G à à c à à à . Journal of Neuroscience, 21(9), 3175-3183. :// . /10.1523/ JNE O CI.21-09-03175.2001 , K. L., & Ha, D. A. (2008). E a à . à c c c : A . a c . a . . . . . a a caca aa aa aa aa a . Journal of Cognitive Neuroscience, 20(6), 1063. 1078. :// . /10.1162/ c .2008.20074 , J. N., M , . D., c a, P. L., & P c , J. M. (2012). D a Ba ac ANO<sub>v</sub>A . Journal of Mathematical Psychology, 56(5), 356 374. :// . /10.1016/ . .2012.08.001 à à , ., L c , .J., & à , J. E. (2015). H à c . Journal of Cognitive Neuroscience, 27(11), 2229, 2239. :// . /10.1162/ c **a** 00847 , . ., D , ., O , ., ., & E , A. K. acac a.a.a. С -. NeuroImage, 42(3), 1244–1254. :// . /10.1016/ . a .2008.05.033 , C., N , , J., , D., E  $\,$  c , H. M., B  $\,$  c ,  $\,$  ., M  $\,$  . . F., & z c , G. . (2014). N1 a c a a c c a c c a Frontiers in Human Neuroscience, 8, 21. :// . /10.3389/ .2014.00021 à, J. G., & Và à, M. (1980). A à, à, 7 ... 260 c ... : N à, à, , à, à, , , à, à, ... , à, à, -... , a a c . Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 6(2), 174 215. :// . . /10.1037/0278-7393.6.2.174 c , A., , , , , , , C., Pa c , L., , a , , H., & c , , , . (2015). c : A M I . Journal of Cognitive Neuroscience, à, A., Màc, M. A., & Fà, J. (2015). à à c c . Frontiers in Psychology, 6, 65. :// . /10.3389/ .2015.00065 àr , ., Màc à , L., & K , . . (2000). P c à . a a a a a. Clinical Neurophysiology, 111(1), 29.39. :// . /10.1016/ 1388-2457(99)00186-8  $, \ \ \, ., \ \ \, \textbf{\^{a}}, \ \ \, ., \ \ \, \textbf{\^{M}} \ \ \, . \ \ \, ., \ \ \, ., \ \ \, H. \ J., \ J. \qquad , \ \ \, . \ \, P., \& \ G \ \textbf{\^{a}} \quad \textbf{\^{a}} \quad \, , \ \ \, .$ a aca K. (2017). c c c à à à à à a ac a . Journal of Neuroscience, 37(9), 2504 2515. :// . /10.1523/JNE O CI.1752-16.2017

B , B., K , . M., L , M. M., & , M. G. (2014). 7a a c a c a c c Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience, 14(2), 561 577. /10.3758/ 13415-014-0281-3 v, , , & C), , C. . (2002). ), c , à , à , c , c : M I a E P . . Physiology and Behavior, 77, 477, 482. :// . /10.1016/ 0031-9384(02)00930-7 , J. N., & c , K. (2011). C a c c  $c \quad c \quad c \quad : D \quad . \quad c \quad c \quad c \quad c$ Experimental Brain Research, 214(4), 597 605. :// . /10.1007/ 00221-011-2858-, P., a, , D., & J , L. (2015). c à a a a a **a** . E P c . Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11(2), 191 203. :// . /10.1093/ ca / 097 a, D. H., a, L. M., & , M. G. (2004). à c à z c à àc . Journal of Neuroscience, 24(48), 10941, 10949. :// . /10.1523/ JNE O CI.3669-04.2004 à, D. H., à, , L. M., & , M. G. (2009). M . NeuroImage, 48(3), 609-615. :// . /10.1016/. a .2009.06.081 à à à, K., & <sub>y</sub>à à , <sub>y</sub> (2010). à EEG à à c à c à . . . . . à Journal of Cognitive Neuroscience, 22(4), 714-727. /10.1162/ c .2009.21258 y, .., & .. (2009). C c c : M I c . NeuroImage, 48, 280 290. :// . , N., B c, M. M., & C, J. D. (2004). a c : C a c a a a. Psychological Review, 111(4), 931-959. :// . /10.1037/0033-295 .111.4.939 à G , ., & D , L. <sub>Y</sub> (2009). A cà àc c à a c c Experimental Brain Research, 193(4), 603 614. :// . /10.1007/ 00221-008-1664-6  $, \quad ., \ I \quad \text{ at a at a, } \quad ., \ G \quad .. \quad J \quad , \ .., \ \& \qquad \qquad , \ M. \ G.$ (2010). c c ca c European Journal of Neuroscience, 31(10), 1744-1754. ://

. /10.1111/ .1460-9568.2010.07229.